



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

09.09.04

REC'D 07 OCT 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03023454.6

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

PCT/EP2004/052097

09.09.04

Anmeldung Nr:  
Application no.: 03023454.6  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 18.10.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Aluminal Oberflächentechnik GmbH & Co. KG  
Auf der Heide  
56424 Staudt  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Mit einer Aluminium-/Magnesium-Legierung beschichtete Werkstücke

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

C25D/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

18. Okt. 2303

## Mit einer Aluminium/Magnesium-Legierung beschichtete Werkstücke

[0001] Die vorliegende Erfindung ist auf mit einer Aluminium/Magnesium-Legierung beschichtete Werkstücke gerichtet, sowie auf ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

5 [0002] Die Abscheidung von Aluminium, Magnesium oder Aluminium/Magnesium-Legierungen auf Werkstücken, die aus unedlen Metallen bestehen, ist ein probates Mittel, um diese Werkstücke vor Korrosion zu schützen. Sie werden dabei gleichzeitig mit einer dekorativen Beschichtung versehen. Die schützende Metallschicht wird hierbei vorwiegend galvanisch auf dem Werkstück  
10 abgeschieden. Durch die abgeschiedene Metallschicht wird die Korrosionsbeständigkeit des Werkstückes signifikant verbessert. Es zeigt sich allerdings, dass die Korrosionsbeständigkeit des Werkstückes von der Haftung der aufgetragenen Schutzschicht auf dem Werkstück abhängt. Bei nicht ausreichender Haftung der Schutzschicht auf dem Werkstück wird die Schutzschicht leicht entfernt, z. B. beim  
15 Einschrauben einer mit einer Oberflächenschicht aus Aluminium, Magnesium oder einer Aluminium/Magnesium-Legierung versehenen Schraube als Werkstück in ein zweites Werkstück. Dadurch tritt an diesen Stellen Korrosion, insbesondere Kontaktkorrosion auf. Diese Korrosion führt unweigerlich zur Zerstörung des Werkstückes. Eine langfristige Verhinderung der Korrosion ist somit nicht gewähr-  
20 leistet.

[0003] Im Stand der Technik hat es verschiedene Versuche gegeben, dieses Problem zu lösen.

[0004] In der DE 31 12 919 A1 wird vorgeschlagen metallbeschichtete Eisenwerkstücke mit einer Haftvermittlungszwischenschicht aus Kobalt, Kobaltlegie-  
25 rungen oder nickelhaltigem Kobalt zu versehen und hierauf eine Aluminiumschicht galvanisch aufzubringen. Die als Haftvermittler dienende Zwischenschicht wird aus einem wässrigen Medium galvanisch aufgebracht. Optional kann nach Auf-

bringen der Galvano-Aluminiumschicht auf die Haftvermittlungsschicht, die Galvano-Aluminiumschicht chromatiert werden. Hierdurch wird die Korrosionsbeständigkeit weiter verbessert.

[0005] In der DE 38 04 303 wird ein Verfahren zur Verbesserung der Haftung von galvanischen Aluminiumschichten auf Metallwerkstücken durch Aufbringung einer Haftvermittlungsschicht vorgeschlagen. Zur Aufbringung der Haftvermittlungsschicht aus Eisen, Eisen und Nickel, Nickel, Kobalt, Kupfer und Legierungen der vorstehend genannten Metalle oder Zinn-Nickel-Legierungen wird ein nichtwässriger Elektrolyt verwendet. Nach Aufbringung der Zwischenschicht als Haftvermittlungsschicht auf ein Metallwerkstück wird eine Galvano-Aluminiumschicht auf die Zwischenschicht aufgebracht. Hierbei ist die Aufbringung der Zwischenschicht aus einem nichtwässrigen Elektrolyten essentiell, da ansonsten bei der Verwendung eines wässrigen Elektrolyten durch den während der Elektrolyse entstehenden Wasserstoff eine Versprödung des Metallwerkstückes auftritt. Hierdurch werden die oft verwendeten niedrig legierten hochfesten Stähle nachteilig beeinflusst. Durch Verwendung eines nichtwässrigen Elektrolyten zur Aufbringung der metallischen Zwischenschicht wird die Versprödung der Werkstücke vermieden.

[0006] Sowohl in der DE 31 21 919 A1 als auch in der DE 38 04 303 A1 werden reine Galvano-Aluminiumschichten auf die mit einer Zwischenschicht versehenen Werkstücke aufgebracht. Beide Druckschriften beschreiben nicht die Aufbringung von Aluminium/Magnesium-Legierungen auf Werkstücke.

[0007] In der EP 1 141 447 B1 werden Elektrolyte zum Beschichten von Werkstücken mit Schichten aus einer Aluminium/Magnesium-Legierungen offenbart. Eine solche Beschichtung ist besonders notwendig, wenn Verbindungen mit Magnesiumteilen erzeugt werden sollen, weil die Korrosionsprodukte des Magnesium-Metalls alkalisch sind und die Aluminium-Oberflächenbeschichtungen angreifen. Durch Einsatz von Aluminium/Magnesium-Legierungen wird hier die Kontaktkorrosion vermieden und eine Langzeitbeständigkeit der Beschichtung bewirkt. Es

wird vorgeschlagen Stahlbefestigungselemente für den Kontakt mit Magnesiumbauteilen, insbesondere in der Automobilindustrie mit Aluminium/Magnesium-Legierungen zu beschichten. In der EP 1 141 447 B1 werden keine metallischen Zwischenschichten, die zwischen dem Werkstück und der korrosionsreduzierenden Schicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung angeordnet sind, offenbart.

[0008] Die auf einem Werkstück aufgetragenen Aluminium/Magnesium-Schichten des Standes der Technik sind sehr hart und spröde. Werden Befestigungsmittel, die mit einer Aluminium/Magnesium-Schicht versehen sind, wie z. B. Schrauben, zur Befestigung von Bauteilen verwendet, so besteht die Gefahr, dass die Schrauben die Bauteile durch die auf dem Befestigungsmittel aufgetragene Aluminium/Magnesium-Schicht oberflächlich anrauen und im schlimmsten Fall zerstören. Diese Gefahr besteht insbesondere dann, wenn die Bauteile aus relativ weichen oder spröden Materialien bestehen, wie z. B. aus Magnesium. Durch die oberflächliche Zerstörung des Bauteiles kann dieses wiederum einer vermehrten Korrosion ausgesetzt sein, welche bis zur Zerstörung des Bauteiles führen kann.

[0009] Es besteht allerdings auch die Gefahr, dass die Aluminium/Magnesium-Schicht, die auf dem Befestigungsmittel aufgetragen ist, abbricht und somit das Grundmaterial des Befestigungsmittels, wie z. B. Eisen oder Stahl freigelegt wird. Die Folge einer solchen Freilegung des korrosionsanfälligen Grundmaterials ist wiederum eine vermehrte Korrosion des Befestigungsmittels durch Kontaktkorrosion.

[0010] Grundsätzlich tritt die vorbeschriebene Korrosion vermehrt bei hohen pH-Werten auf, so dass bei beiden vorgenannten Fällen der Zerstörung der Oberflächenschicht des Befestigungsmittels oder des Bauteils die Korrosionsgeschwindigkeit bei hohen pH-Werten steigt.

[0011] Die technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, beschichtete Werkstücke bereitzustellen, die eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit,

insbesondere im alkalischen Bereich aufweisen sowie in Kombination mit anderen Materialien eine verminderte Korrosion zeigen, insbesondere wenn die beschichteten Werkstücke als Befestigungsmittel zur Befestigung von Bauteilen verwendet werden.

5 [0012] Die technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch ein beschichtetes Werkstück umfassend ein Substrat, eine auf dem Substrat aufgebrachte metallische Zwischenschicht und eine auf der Zwischenschicht aufgebrachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung.

10 [0013] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Oberfläche des Substrates elektrisch leitfähig. Dies kann vorzugsweise durch eine Beschichtung des Substrates mit Graphit erfolgen.

[0014] Vorzugsweise enthält das Substrat ein Metall und/oder eine Metall-Legierung. Alternativ kann das Substrat ein metallisiertes Substrat sein, wobei das Substrat vollflächig oder teilflächig metallisiert sein kann. Bevorzugte Substrate  
15 enthalten Kunststoffe.

[0015] Das Substrat kann des Weiteren Inhaltsstoffe ausgewählt aus der Gruppe Eisen, Stahl, Eisen-Legierung, Nicht-Eisenmetalle, Zink-Druckguss, Aluminium-Druckguss, Titan, Titan als Legierung, Magnesium, Magnesium-Druckguss oder Mischungen derselben enthalten, wobei die vorgenannten Metalle  
20 vorzugsweise als Legierungsbestandteil in dem Substrat vorliegen.

[0016] Die metallische Zwischenschicht enthält vorzugsweise Eisen, Eisen und Nickel, Zinn und Nickel, Nickel, Kobalt, Kupfer, Chrom, Molybdän, Vanadium oder Legierungen der vorstehend genannten Metalle.

[0017] Die metallische Zwischenschicht hat vorzugsweise eine Schichtdicke  
25 von 0,1 µm bis 30 µm. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die

Schichtdicke der metallischen Zwischenschicht 0,5  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt 1  $\mu\text{m}$  bis 10  $\mu\text{m}$  und am meisten bevorzugt 1,5  $\mu\text{m}$  bis 8  $\mu\text{m}$

[0018] Die auf der metallischen Zwischenschicht aufgebraachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung enthält vorzugsweise 0,5 bis 70 Gew.% Magnesium. In einer weiter bevorzugten Ausführungsform sind 1 bis 50 Gew.%, weiter bevorzugt 2 bis 40 Gew.%, in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform 3 bis 30 Gew.%, vorzugsweise 4 bis 25 Gew.% und am meisten bevorzugt 5 bis 20 Gew.% Magnesium in der Aluminium/Magnesium-Legierung enthalten.

10 [0019] Vorzugsweise hat die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung eine Schichtdicke von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$ . In einer weiter bevorzugten Ausführungsform ist die Schichtdicke 0,5  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt 1  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 2  $\mu\text{m}$  bis 40  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt 3  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt 4  $\mu\text{m}$  bis 28  $\mu\text{m}$  und am meisten bevorzugt 5  $\mu\text{m}$  bis 25  $\mu\text{m}$ .

[0020] Die Schicht enthaltend die Aluminium/Magnesium-Legierung ist vorzugsweise die Oberflächenschicht des beschichteten Werkstückes. Alternativ kann noch mindestens eine Schicht auf der Schicht enthaltend die Aluminium/Magnesium-Legierung aufgebracht sein, die vorzugsweise eine Passivierung ist.

20 [0021] Das beschichtete Werkstück ist vorzugsweise eine Gestellware, eine Schüttgutware oder ein Endlosprodukt, wobei das beschichtete Werkstück vorzugsweise ein Draht, ein Blech, eine Schraube, eine Mutter, eine Betonverankerung, ein Befestigungselement oder ein Maschinenbauteil ist. Vorzugsweise wird das beschichtete Werkstück in der Automobilindustrie im Getriebe-, Motoren- und Karosseriebereich eingesetzt. Es kann eine Ölwanne oder eine Getriebeölwanne sein.

[0022] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes, umfassend die Schritte:

a) Aufbringen einer metallischen Zwischenschicht auf ein Substrat und

5 b) Aufbringen einer Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung auf die metallische Zwischenschicht.

[0023] Vorzugsweise wird in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aus einer wässrigen Lösung oder einer nicht-wässrigen Lösung abgeschieden.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die metallische Zwischen-  
10 schicht chemisch abgeschieden.

[0025] Alternativ kann in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aus einem wässrigen Elektrolyten galvanisch abgeschieden werden. Mögliche Elektrolyte sind Lösungen der Metallsalze des Eisens, Kobalts, Nickels, Kupfers oder Zinns. Diese können als Halogenide, Sulfate, Sulfonate oder Fluoroborate vorlie-  
15 gen. Die Elektrolyte können weitere Additive enthalten wie z. B. komplexierende Substanzen .

[0026] Es ist alternativ auch möglich in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten galvanisch abzuscheiden. Mögliche Elektrolyte enthalten Verbindungen des Molybdäns oder Vanadiums oder aller  
20 anderen vorgenannten Metalle, die die Zwischenschicht enthalten kann. Die Metalle liegen vorzugsweise als Halogenide vor, die mit Ether, insbesondere Diethylether und/oder Acetylacetonat (acac) komplexiert sein können.

[0027] Vorzugsweise wird in Schritt b) die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung aus einem wasserfreien Elektrolyten abgeschieden. In



einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird in Schritt b) die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung aus einem wasserfreien Elektrolyten galvanisch abgeschieden. Als Elektrolyt kann jeder Elektrolyt verwendet werden, der dem Fachmann geläufig ist. Insbesondere enthält der Elektrolyt aluminiumorganische Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) und (II)



wobei n gleich 0 oder 1 ist, M gleich Natrium oder Kalium ist und  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$  gleich oder verschieden sein können, wobei  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$  eine  $C_1$  bis  $C_4$  Alkylgruppe sind und als Lösungsmittel für den Elektrolyt ein halogenfreies, aprotisches Lösungsmittel eingesetzt wird.

[0028] Als Elektrolyt kann ein Gemisch aus den Komplexen  $K[AlEt_4]$ ,  $Na[AlEt_4]$  und  $AlEt_3$  eingesetzt werden. Das molare Verhältnis der Komplexe zu  $AlEt_3$  ist vorzugsweise 1:0,5 bis 1:3 und weiter bevorzugt 1:2.

15 [0029] Die elektrolytische Abscheidung der Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung auf dem Werkstück wird unter Verwendung einer löslichen Aluminium- und einer ebenfalls löslichen Magnesiumanode oder unter Verwendung einer Anode aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung durchgeführt.

20 [0030] Die elektrolytische Beschichtung wird vorzugsweise bei einer Temperatur von 80 bis 105°C durchgeführt. Bevorzugt ist eine Temperatur des Galvanisierungsbadens von 91 bis 100° C

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform wird auf das Substrat, bevor in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aufgebracht wird, eine den elektrischen Strom leitende Schicht aufgebracht.

[0032] Die den elektrischen Strom leitende Schicht kann mit jedem Verfahren auf das Substrat aufgebracht werden, welches dem Fachmann bekannt ist. Vorzugsweise wird die den elektrischen Strom leitende Schicht durch Metallisierung auf das Substrat aufgebracht.

5 [0033] Wenn das beschichtete Werkstück der vorliegenden Erfindung als Befestigungsmittel verwendet wird, tritt unerwarteterweise keine Beeinträchtigung des beschichteten Werkstückes auf. Obwohl eine Oberflächenschicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung sehr hart, spröde und wenig duktil ist, haftet sie nach und während der Verwendung als Befestigungsmittels immer noch sehr fest  
10 auf dem beschichteten Werkstück. Des Weiteren ist die verwendete Beschichtung bestehend aus der Zwischenschicht und der Oberflächenschicht so elastisch, dass sie sich nach Verwendung als Befestigungsmittel nicht nachteilig verändert hat. Wenn das beschichtete Werkstück z.B. als Schraube in ein Bauteil geschraubt wird gibt die Oberflächenbehandlung des Werkstücks unerwarteterweise nach.  
15 Dies führt dann zu einer weiteren Reduzierung der Beanspruchung des beschichteten Werkstückes. Da keine Zerstörung der metallischen Zwischenschicht sowie der Oberflächenschicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung, auftritt, wird das beschichtete Werkstück auch nach und während seiner Verwendung sicher vor Korrosion, insbesondere vor Kontaktkorrosion, geschützt.

20 [0034] Diese genannten Vorteile weisen die mit einer Aluminium/Magnesium-Beschichtung versehenen Werkstücke des Standes der Technik nicht auf. Entweder wird die Oberflächenschicht bestehend aus einer Aluminium/Magnesium-Schicht zerstört, so dass dann Korrosion des Werkstückes eintritt oder aber die sehr harte und spröde Schicht aus Aluminium/Magnesium-Legierung  
25 der Werkstücke des Standes der Technik zerstört die Oberfläche der zu befestigenden Bauteile derart, dass diese anschließend einer verstärkten Korrosion ausgesetzt sind.

[0035] Die vorliegende Erfindung wird anhand der folgenden Beispiele erläutert, ohne jedoch auf diese beschränkt zu sein:

## Beispiele:

### Beispiel 1

Ein Blech der Größe 100 x 25 x 1 mm aus Stahl St37 wird mit einer Nickelzweischicht mit einer Stärke von ca. 1 µm versehen. Die Nickelschicht wird aus  
5 einem wässrigen Nickelsulfamatelektrolyten galvanisch abgeschieden. Nachfolgend wird eine Schicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 20 Gew.-% und einer Schichtdicke von 12 µm durch galvanische Abscheidung aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten auf der Nickelschicht  
10 abgeschieden. Das beschichtete Blech wird der Länge nach um einen Winkel von 180° gebogen, wobei die aufgetragenen Metallschichten im Bereich der Biegekannte unverseht bleiben.

### Vergleichsbeispiel 1:

Ein Blech der Größe 100 x 25 x 1 mm aus Stahl St37 wird mit einer Schicht aus  
einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 20 Gew.-%  
15 % und einer Schichtdicke von 12 µm durch galvanische Abscheidung aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten versehen. Das so beschichtete Blech wird der Länge nach um einen Winkel von 180° gebogen, wobei an der Biegekannte Teile der Beschichtung aufreißen und teilweise in Form von feinsten Nadeln abplatzen.

### 20 Beispiel 2

Fünf Schrauben der Größe M6 x 55 werden mit einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 15 Gew.-% und einer Schichtdicke von 16 µm durch galvanische Abscheidung aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten versehen.

Fünf weitere Schrauben der Größe M6 x 55 werden mit einer Nickelschicht mit einer Schichtdicke von ca. 1 µm versehen. Die Nickelschicht wird aus einem wässrigen Nickelsulfamatelektrolyten galvanisch abgeschieden. Nachfolgend wird auf der Nickelschicht eine Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 15 Gew.-% und einer Schichtdicke von 16 µm durch galvanische Abscheidung aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten aufgebracht.

Alle Schrauben werden einmal bis zur Hälfte in eine Mutter entsprechender Größe hinein und wieder heraus geschraubt. Die so behandelten Schrauben werden anschließend in eine Salzsprühnebelkammer gehängt und ihr Korrosionsverhalten wird untersucht. Dabei zeigt sich, dass bei den Schrauben, die mit einer Nickelzwischenschicht versehen wurden, eine längere Zeit verstreicht, bis eine erste Korrosion der Schrauben erkennbar ist.

### Beispiel 3

Schrauben der Größe M5 x 5 werden in einer Trommel mit einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 10 Gew.-% und einer durchschnittlichen Schichtdicke von 14 µm aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten galvanisch beschichtet.

Weitere Schrauben werden mit einer Nickelzwischenschicht mit einer Schichtdicke von ca. 1-2 µm Nickel versehen. Die Nickelschicht wird aus einem wässrigen Nickelsulfamatelektrolyten galvanisch aufgebracht. Nachfolgend wird auf der Nickelschicht in einer Trommel eine Schicht aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumanteil von 10 Gew.-% und einer durchschnittlichen Schichtdicke von 15 µm aus einem nicht-wässrigen Elektrolyten galvanisch aufgebracht.

Jeweils drei gleich beschichtete Schrauben werden bis zum Anschlag in ein Gehäuse aus einer Aluminium/Magnesium-Legierung mit einer zum Schrauben-

durchmesser passenden Sackmutter eingeschraubt. Nachfolgend wird das Korrosionsverhalten in einer Salzsprühnebelkammer untersucht. Es zeigt sich, dass die Gehäuse, in die die Schrauben mit einer Zwischenschicht aus Nickel eingeschraubt wurden, erst signifikant später korrodieren. Die Gehäuse mit den  
5 Schrauben ohne Nickelzwischenschicht zeigen zu einem früheren Zeitpunkt erste Korrosionserscheinungen.

Zusammenfassend lässt sich anhand der vorgenannten Beispiele feststellen, dass die metallische Zwischenschicht eine signifikante Verbesserung der Korrosionsresistenz bedingt. Beschichtete Werkstücke umfassend ein Substrat, eine auf dem  
10 Substrat aufgebrachte metallische Zwischenschicht und eine auf der Zwischenschicht aufgebrachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung zeigen ein überlegenes Eigenschaftsprofil, das die Werkstücke des Standes der Technik nicht aufweisen.

18. Okt. 2003

**Patentansprüche**

1. Ein beschichtetes Werkstück umfassend ein Substrat, eine auf dem Substrat aufgebraachte metallische Zwischenschicht und eine auf der Zwischenschicht aufgebraachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung.
- 5 2. Das beschichtete Werkstück nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Substrates elektrisch leitfähig ist.
3. Das beschichtete Werkstück nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat ein Metall und/oder eine Metalllegierung enthält und/oder ein metallisiertes Substrat ist.
- 10 4. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat Inhaltsstoffe ausgewählt aus der Gruppe Eisen, Stahl, Eisen-Legierung, Nicht-Eisenmetalle, Zink-Druckguss, Aluminium-Druckguss, Titan, Titan als Legierung, Magnesium, Magnesium-Druckguss oder Mischungen derselben enthält, wobei die vorgenannten Metalle vorzugsweise als Legierungsbestandteil in dem Substrat vorliegen.
- 15 5. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht Eisen, Eisen und Nickel, Zinn und Nickel, Nickel, Kobalt, Kupfer, Chrom, Molybdän, Vanadium oder Legierungen der vorstehend genannten Metalle enthält.
- 20 6. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht eine Schichtdicke von 0,1 µm bis 30 µm aufweist.
7. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die auf der Zwischenschicht aufge-

brachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung 0,5 bis 70 Gewichtsprozent Magnesium enthält.

8. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die auf der Zwischenschicht auf-  
5 brachte Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung eine Schichtdicke von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$  aufweist.

9. Das beschichtete Werkstück nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das beschichtete Werkstück eine  
10 Gestellware, eine Schüttgutware oder ein Endlosprodukt ist, wobei das beschichtete Werkstück vorzugsweise ein Draht, ein Blech, eine Schraube, eine Mutter, eine Beton-Verankerung oder ein Maschinenbauteil ist.

10. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes umfassend die Schritte:

- a) Aufbringen einer metallischen Zwischenschicht auf ein Substrat und
- 15 b) Aufbringen einer Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung auf die metallische Zwischenschicht.

11. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch  
10, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) die metallische Zwischenschicht  
aus einer wässrigen Lösung oder einer nicht-wässrigen Lösung abgeschieden  
20 wird.

12. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch  
10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) die metallische Zwi-  
schenschicht aus einem wässrigen Elektrolyten galvanisch abgeschieden wird.

13. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch  
25 10, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt b) die Schicht enthaltend eine A-

luminium/Magnesium-Legierung aus einem wasserfreien Elektrolyten abgeschieden wird.

14. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt b) die Schicht enthaltend eine Aluminium/Magnesium-Legierung aus dem wasserfreien Elektrolyten galvanisch abgeschieden wird.
15. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass auf das Substrat, bevor in Schritt a) die metallische Zwischenschicht aufgebracht wird, eine den elektrischen Strom leitende Schicht aufgebracht wird.
16. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Werkstückes gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die den elektrischen Strom leitende Schicht durch Metallisierung des Substrates aufgebracht wird.



18. Okt. 2003

### **Zusammenfassung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein beschichtetes Werkstück umfassend ein Substrat, eine auf dem Substrat aufgebraute metallische Zwischenschicht und eine auf der Zwischenschicht aufgebraute Schicht enthaltend eine Aluminium-  
5 Magnesium-Legierung, sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.

**PCT/EP2004/052097**

